



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**  
⑩ **DE 40 12 119 A 1**

⑤1 Int. Cl. 5:  
**B 01 D 53/36**

②1 Aktenzeichen: P 40 12 119.4  
②2 Anmeldetag: 14. 4. 90  
④3 Offenlegungstag: 17. 10. 91

DE 40 12 119 A 1

⑦1 Anmelder:  
Kat-Tec Gesellschaft für Katalysatortechnik mbH,  
7000 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Koch, Christian, Dr.-Ing., 8602 Buttenheim, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 38 18 215 A1  
DE 38 11 588 A1  
DE 37 31 688 A1  
DE 33 08 335 A1  
DE 87 11 112 U1  
FR 26 16 357 A1  
EP 01 91 441 A1  
JP 52-22 568

Katalytische Abgasreinigung. In: WLB Wasser, Luft  
und Boden, 4, 1989, S.51;  
- Abluftreinigung durch katalytische  
Nachverbrennung LTG Lufttechnische GmbH,  
Stuttgart 01/88;

⑤4 Vorrichtung zur Reinigung von schadstoffbelasteter Luft durch katalytische Verbrennung

⑤7 Um den Betrieb einer Vorrichtung zur Reinigung von  
schadstoffbelasteter Luft durch katalytische Verbrennung in  
einem Oxidationsreaktor wirtschaftlich und betriebssicher zu  
gestalten, wird vorgeschlagen, die Vorrichtung so auszubil-  
den, daß das Gebläse zur Förderung der kalten, schadstoff-  
belasteten Luft, die wärmeaufnehmende Seite des Wärme-  
tauschers, die Heizung, der Oxidationsreaktor mit den  
Katalysatoren, die Venturi-Mischstrecke und die wärme-  
übertragende Seite des Wärmetauschers hintereinanderge-  
schaltet sind, wobei die Venturi-Mischstrecke mit dem  
einstellbaren Flammrohr des Gebläsebrenners versehen ist,  
der Kanal zwischen dem Austritt der Venturi-Mischstrecke  
und der wärmeübertragenden Seite des Wärmetauschers  
den Anschluß für das Kühlluftgebläse aufweist und die  
Temperaturfühler vor der Heizung, vor, zwischen und nach  
den Katalysatoren sowie die Heizung, die Gebläsebrenner  
und die Kühlluftgebläse in einem Regelkreis miteinander  
verbunden sind.

DE 40 12 119 A 1

Vorrichtung zur Reinigung von schadstoffbelasteter Luft durch katalytische Verbrennung in einem Oxidationsreaktor, bei der die Reaktionstemperatur für die katalytische Verbrennung durch Wärmeaustausch zwischen der Abwärme der aus dem Oxidationsreaktor strömenden Luft und der zu reinigenden kalten, schadstoffbelasteten Luft geregelt und bei niedrigen Schadstoffkonzentrationen oder in der Anfahrphase die zu reinigende Luft vor Eintritt in den Oxidationsreaktor zusätzlich aufgewärmt wird.

Eine Anlage zur Durchführung eines derartigen Verfahrens ist durch die Broschüre der Firma Siemens AG "Abluftreinigung gemäß TA Luft", April 1989, 1 02 091 PA 0489 3, Bestell-Nr. A 191 00-U02-A 151, bekannt geworden. Bei dieser bekannten Anlage wurde ein Regenerativ-Wärmetauscher mit einer Drehzahlregelung zur Anpassung der Wärmeübertragung zwischen der Abwärme der gereinigten Luft und der zu reinigenden schadstoffbelasteten Luft verwendet, um die erforderliche Reaktionstemperatur für die katalytische Verbrennung zu erreichen. Bei niedriger Schadstoffkonzentration wurde die schadstoffbelastete Luft zusätzlich durch einen dem Oxidationsreaktor vorgeschalteten Gasbrenner aufgewärmt, um die erforderliche Temperatur für die katalytische Verbrennung zu erreichen.

Nachteilig ist jedoch bei dieser bekannten Anlage, daß als Brenner kein Gebläsebrenner verwendet werden kann, der den Gegendruck an dieser Stelle leicht überwindet und damit auch kein Heizöl als Brennstoff möglich ist, das nur durch einen Gebläsebrenner als Brennstoff eingesetzt werden kann. Zudem können die Schadstoffe des Heizöls an dieser Stelle den Katalysator schädigen.

Ferner besteht durch die Anordnung des Gasbrenners vor dem Oxidationsreaktor die Gefahr, daß die Katalysatoren, besonders während der Anheizphase, beschädigt und in ihrer Lebensdauer beeinträchtigt werden, da viel Energie benötigt wird, um das System auf die erforderliche Betriebstemperatur zu bringen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine derartige Anlage zu schaffen, bei der die geschilderten Nachteile vermieden werden.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das Gebläse zur Förderung der kalten, schadstoffbelasteten Luft, die wärmeaufnehmende Seite des Wärmetauschers, die Heizung, der Oxidationsreaktor mit Katalysatoren, die Venturi-Mischstrecke und die wärmeübertragende Seite des Wärmetauschers hintereinandergeschaltet sind, wobei die Venturi-Mischstrecke mit dem einstellbaren Flammrohr des Gebläsebrenners versehen ist, der Kanal zwischen dem Austritt der Venturi-Mischstrecke und der wärmeübertragenden Seite des Wärmetauschers den Anschluß für das Kühlluftgebläse aufweist und die Temperaturfühler vor der Heizung, vor, zwischen und nach den Katalysatoren sowie die Heizung, die Gebläsebrenner und die Kühlluftgebläse in einem Regelkreis miteinander verbunden sind.

In weiterer Ausbildung der Erfindung wird die Heizung vor dem Oxidationsreaktor als Elektroheizung ausgebildet. Der Gebläsebrenner kann als Öl- oder Gasbrenner ausgebildet werden. Rekuperativ- oder Regenerativ-Wärmetauscher können eingesetzt werden.

Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen ergeben sich die folgenden Vorteile:

- 1) Verzicht auf die Benutzung eines Gasflächen-

brenners vor dem Oxidationsreaktor. Durch die Verwendung eines serienmäßigen Gebläsebrenners, der mit Gas oder Öl betrieben werden kann, hinter dem Oxidationsreaktor, wird die Gefahr jeglicher Schädigung des Katalysators, insbesondere während der Anheizphase, vermieden und die Lebensdauer des Katalysators erhöht. Die Verwendung eines Ölbrenners ist nach dem Oxidationsreaktor möglich.

2) Die Elektroheizung ermöglicht eine Feinregelung der Reaktionstemperatur, ohne daß die Brennerheizung eingeschaltet werden muß.

3) Dadurch, daß ein Unterdruck in der Venturi-Mischstrecke gebildet wird, kann bei allen Betriebszuständen und beim Brennerstillstand ein kleiner Luftstrom von außen durch den Brenner angesaugt werden, um den Brenner mit den zugehörigen Teilen, wie z. B. Fotozellen und Zündelektroden, kühl zu halten und dabei thermische Schäden zu vermeiden. Der Unterdruck vermeidet Austreten von Luft aus der Vorrichtung.

4) Durch die Verwendung eines rekuperativen Wärmetauschersystems eignet sich die Vorrichtung für eine Kompaktbauweise.

5) Da die Heizung, der Gebläsebrenner und das Kühlluftgebläse zusammen mit dem Temperaturfühler vor der Heizung, vor, zwischen und nach den Katalysatoren einen Regelkreis bilden, können eventuelle Schwankungen in der Schadstoffkonzentration zügig und energiesparend ausgeglichen werden und dienen dem wirtschaftlichen Betrieb der Vorrichtung.

6) Geringerer Kraftbedarf durch die Verwendung eines Rekuperativ-Wärmetauschers.

7) Geringerer Kraftbedarf, da die Verbrennungsluft nicht zusätzlich zu der schadstoffbelasteten Luft bzw. Frischluft (beim Anfahren) durch den Oxidationsreaktor gefördert werden muß.

Die Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen (Fig. 1 und 2) und den Beispielen näher erläutert.

Es zeigt

Fig. 1 Eine schematische Darstellung der Vorrichtung,

Fig. 2 Einen Querschnitt durch eine Ausführungsform der Vorrichtung.

Mit 1 ist das Gebläse, das die kalte, schadstoffbelastete Luft fördert, bezeichnet. Nach dem Gebläse 1 liegen die Wärmetauscher 3, in denen die schadstoffbelastete Luft im Gegenstrom erwärmt, die gereinigte Luft abgekühlt wird. Nach den Wärmetauschern 3 strömt die vorgewärmte, ungereinigte Luft durch die Stäbe der Elektroheizung 4, bevor sie im Katalysatorsystem 6 bei niedrigen Temperaturen durch Nachverbrennung gereinigt wird. Nach dem Katalysatorsystem 6 durchströmt die warme, gereinigte Luft eine Venturi-Mischstrecke 7, in die das einstellbare Flammrohr 9 eines Gebläsebrenners 10 ragt. Die Strömungsverhältnisse in der Venturi-Mischstrecke 7 erzeugen am Ende des Flammrohres 9 einen permanenten Unterdruck, der bewirkt, daß kontinuierlich bei ausgeschaltetem Gebläsebrenner 10 ein kleiner Kühlluftstrom durch den Gebläsebrenner 10 strömt. Nach der Venturi-Mischstrecke 7 ist im Kanal 11 ein Kühlluftgebläse 13 eingebunden. Der durch das Kühlluftgebläse 13 angesaugte, kalte Frischluftstrom senkt die Temperatur der gereinigten Luft so weit ab, daß bei hoher Schadstoffkonzentration ein Aufschau-

keln der Temperaturen im Wärmetauschersystem 3 verhindert wird. Temperaturfühler 14 regeln die erfindungsgemäße Vorrichtung derart, daß unabhängig von der Schadstoffkonzentration der Luft, durch Zusammenspiel der Elektroheizung 4, dem Gebläsebrenner 10 und dem Kühlluftgebläse 13, im Katalysatorsystem 6 eine optimale Nachverbrennungstemperatur herrscht. Durch den Kamin 15 wird die gereinigte Luft abgegeben.

In einem speziellen Ausführungsbeispiel werden die Besonderheiten des erfindungsgemäßen Verfahrens näher erläutert.

Ein Abluftstrom von ca. 3000 m<sup>3</sup>/h aus einer Spritzmaschine soll bei einer durchschnittlichen Belastung von 2 gC/m<sup>3</sup>iN so gereinigt werden, daß die abgegebene gereinigte Luft nur noch 100 mgC/m<sup>3</sup>iN enthält. Bei Betriebsbeginn fördert das Gebläse 1 ca. 3000 m<sup>3</sup>/h unbelastete Luft von ca. 20°C durch die erfindungsgemäße Vorrichtung, wobei gleichzeitig der Gebläsebrenner 10, der eine Leistung von 150 kW besitzt, in Betrieb ist. Bei Erreichen einer Temperatur von ca. 280 bis 350°C vor dem Katalysatorsystem 6 kann lösungsmittelhaltige Abluft in die Vorrichtung gegeben werden. Bei einer Lösungsmittelkonzentration von 1.5 bis 2.5 gC/m<sup>3</sup>iN läuft die Anlage ohne Zuführung von Zusatzenergie durch die Elektroheizung 4 oder den Gebläsebrenner 10, der sowohl mit Gas als auch mit Heizöl EL betrieben werden kann. Sinkt, arbeitsrhythmusmäßig bedingt, die Lösungsmittelkonzentration kurzfristig ab (zwischen 1.5 und 1.0 gC/m<sup>3</sup>iN), so regelt die 60 kW starke Elektroheizung 4 den Temperaturabfall aus. Steigt die Lösungsmittelkonzentration über 2.5 gC/m<sup>3</sup>iN an, was sich durch einen Temperaturanstieg im Katalysatorsystem auf über 450°C bemerkbar macht, springt das Kühlluftgebläse 13, das für einen Frischluftstrom von ca. 2000 m<sup>3</sup>/h ausgelegt ist, an und drückt die Temperatur der gereinigten Luft derartig herab, daß durch die verminderte Temperaturübertragung im Wärmetauschersystem 3 die belastete Luft vor den Katalysatoren 6 nicht über 400°C erwärmt wird. Messungen in der Praxis zeigten, daß die beschriebenen Spinellkatalysatoren kurzfristige Temperaturspitzen von ca. 600°C unbeschadet überstanden haben. Anorganische Substanzen, wie z. B. Farbpigmente, Metallglanz u. s. w. fallen als krümelige und trockene Schlackepartikel an, die das Katalysatorsystem 6 weder durch Ablagerungen noch durch Vergiftung schädigten. Die nach dem Katalysatorsystem 6 gereinigte Luft durchströmt eine Venturi-Mischstrecke 7, die so ausgelegt ist, daß am Ende des in die Venturi-Mischstrecke 7 hineinragenden Flammrohres 9 bei ausgeschaltetem Gebläsebrenner 10 ein Unterdruck von ca. 200 Pa herrscht. Dadurch wird ein Kühlluftstrom von ca. 15 bis 20 m<sup>3</sup>/h durch den Gebläsebrenner 10 gesaugt, der bewirkt, daß die temperaturempfindlichen Brennteile gekühlt werden. Durch den Kamin 15 wird der gereinigte Luftstrom von ca. 3000 m<sup>3</sup>/h mit einer Temperatur von ca. 100°C abgegeben.

Ein Ausführungsbeispiel soll die erfindungsgemäße Vorrichtung näher erläutern.

Einem Radialgebläse 1 mit einer Motorleistung von 5.5 kW (bei 380 V) sind 3 Wärmetauscherpakete 3 nachgeordnet. Jedes dieser Wärmetauscherpakete besteht aus 4 kubischen Modulen mit einer Seitenlänge von ca. 500 mm und Platten mit einem Abstand von 3 mm. Hinter dem Wärmetauschersystem 3 liegt die Elektroheizung 4, deren Heizstäbe in den Kanal mit den Maßen von ca. 1060 × 610 mm ragen. Der Elektroheizung 4 ist das Katalysatorsystem 6 nachgeordnet. Dieses System

besteht aus beschichteten Keramikstrukturkörpern mit einem Pitchmaß von 7 mm, einer Stegbreite von ca. 1 mm und einer Länge je Lage von 150 mm. Jede Lage besteht aus 28 Katalysatorkörpern; insgesamt 5 Lagen umfaßt das Katalysatorsystem. Dem Katalysatorsystem nachgeordnet befindet sich das Nachwärmesystem, das aus einem Flammrohr 9 mit einem Durchmesser von 350 mm und einem erweiterten Enddurchmesser von 450 mm sowie einer Venturi-Mischstrecke 7 besteht. In das Flammrohr 9 ragt das Brennerrohr des Gebläsebrenners 10 hinein. Das Nachwärmesystem ist so aufgebaut, daß es einen Strömungsweg bildet, der in Kombination mit dem Flammrohr 9 und der Venturi-Mischstrecke 7 anfangs sich schnell auf einen Durchmesser von ca. 630 mm einschnürt, dann im Bereich des erweiterten Enddurchmessers des Flammrohres parallel verläuft, um sich dann in einem Winkel von 3° aufzuweiten. Nach dem Nachwärmesystem ist seitlich des Luftkanals ein Kühlluftgebläse 13 mit einer Motorleistung von 2.1 kW (bei 380 V) so angeordnet, daß die Kühlluftleitung in einem Winkel von 45°C in den Luftkanal eingebunden wird. Hinter der Einmündung der Kühlluftleitung liegen die Wärmetauscherpakete 3, dem letzten Paket ist der Kamin 14 nachgeschaltet.

#### Legende

- 1 Gebläse
- 2 Wärmeaufnehmende Seite des Wärmetauschers
- 3 Wärmetauscher
- 4 Heizung
- 5 Oxidationsreaktor
- 6 Katalysatoren
- 7 Venturi-Mischstrecke
- 8 Wärmeübertragende Seite des Wärmetauschers
- 9 Flammrohr
- 10 Gebläsebrenner
- 11 Kanal
- 12 Anschluß
- 13 Kühlluftgebläse
- 14 Temperaturfühler
- 15 Kamin

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Reinigung von schadstoffbelasteter Luft durch katalytische Verbrennung in einem Oxidationsreaktor, bei der die Reaktionstemperatur für die katalytische Verbrennung durch Wärmeaustausch zwischen der Abwärme der aus dem Oxidationsreaktor strömenden Luft und der zu reinigenden kalten, schadstoffbelasteten Luft geregelt und bei niedrigen Schadstoffkonzentrationen oder in der Anfahrphase die zu reinigende Luft vor Eintritt in den Oxidationsreaktor zusätzlich aufgewärmt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Gebläse (1) zur Förderung der kalten, schadstoffbelasteten Luft, die wärmeaufnehmende Seite (2) des Wärmetauschers (3), die Heizung (4), der Oxidationsreaktor (5) mit den Katalysatoren (6), die Venturi-Mischstrecke (7) und die wärmeübertragende Seite (8) des Wärmetauschers (3) hintereinandergeschaltet sind, wobei die Venturi-Mischstrecke (7) mit dem einstellbaren Flammrohr (9) des Gebläsebrenners (10) versehen ist, der Kanal (11) zwischen dem Austritt der Venturi-Mischstrecke (7) und der wärmeübertragenden Seite (8) des Wärmetauschers (3) den Anschluß (12) für das Kühlluft-

- gebläse (13) aufweist und die Temperaturfühler (14) vor der Heizung (4), vor, zwischen und nach den Katalysatoren (6) sowie die Heizung (4), die Gebläsebrenner (10) und die Kühlluftgebläse (13) in einem Regelkreis miteinander verbunden sind. 5
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizung (4) als Elektroheizung ausgebildet wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Gebläsebrenner (10) als 10 Gasbrenner ausgebildet wird.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Gebläsebrenner (10) als Ölbrenner ausgebildet wird.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher (3) als Rekuperativ- oder Regenerativ-Wärmetauscher ausgebildet 15 wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

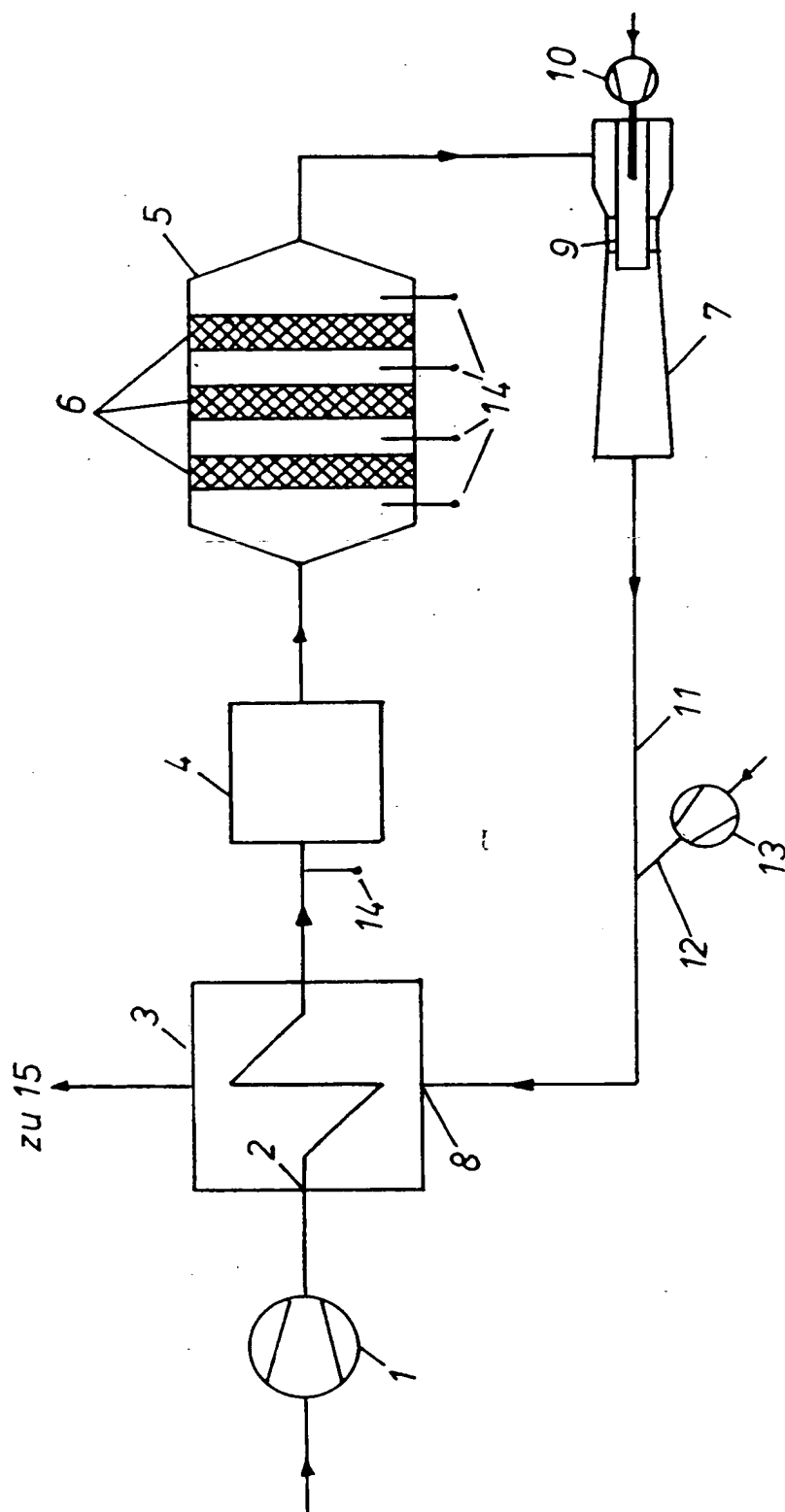


FIG 1

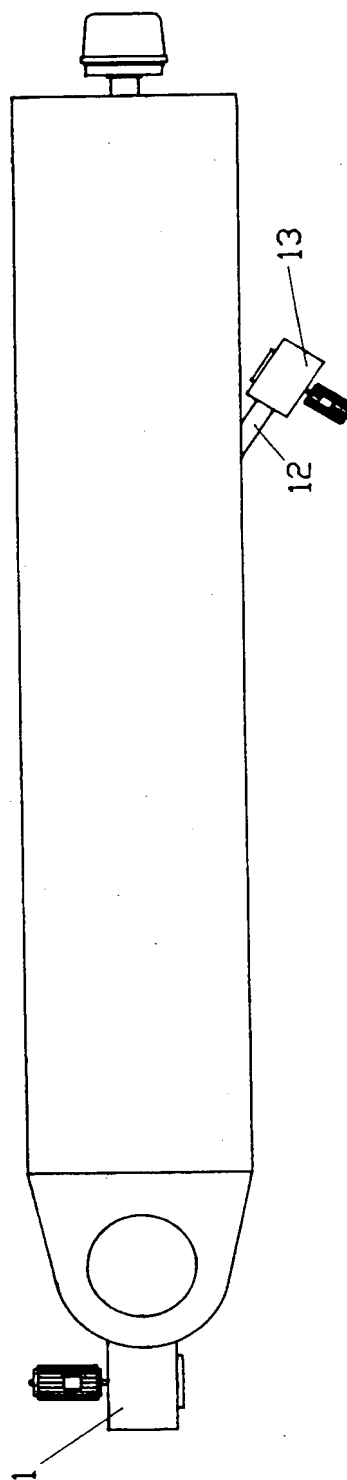
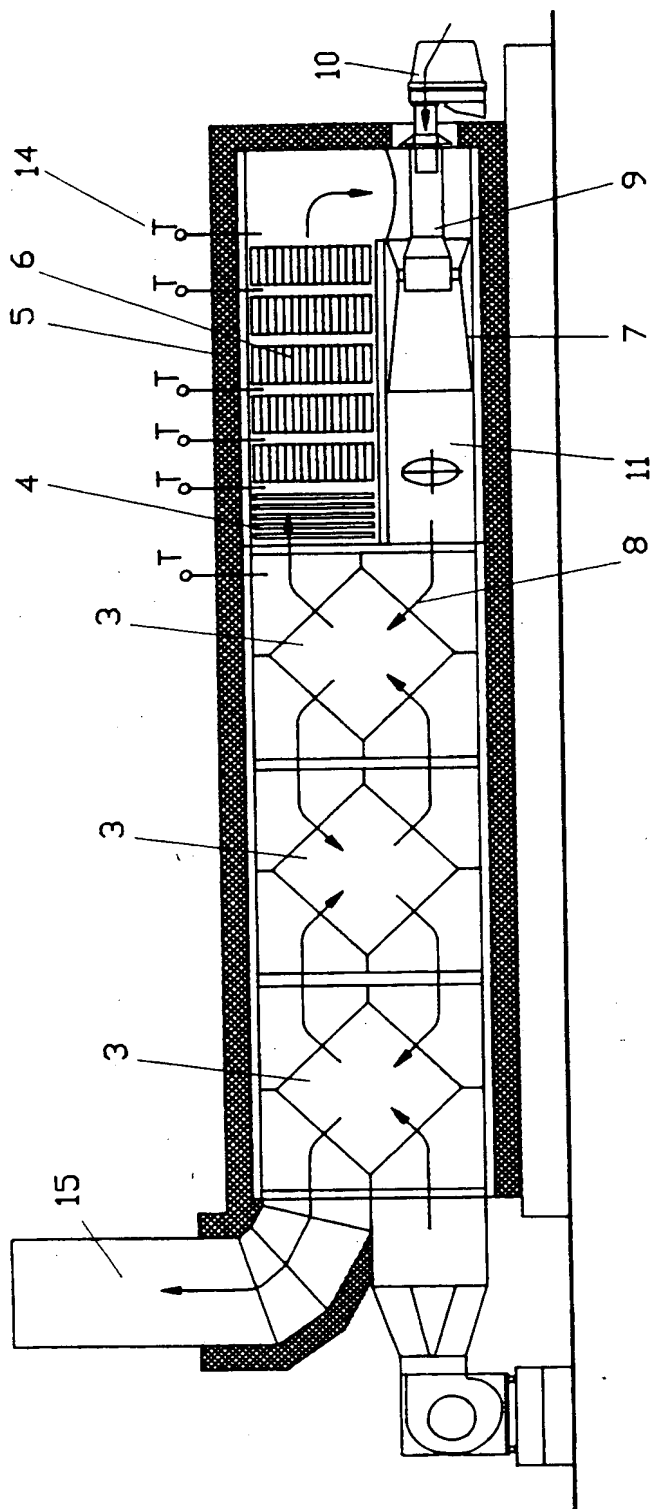


Fig. 2